

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

ХАРКІВСЬКА НАЦІОНАЛЬНА АКАДЕМІЯ МІСЬКОГО ГОСПОДАРСТВА

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ І ЗАВДАННЯ

до самостійної роботи з виконання розрахунково-графічного завдання

„Розрахунок простої плоскої статично визначної ферми”

з курсу будівельної механіки

(для студентів 3 курсу заочної форми навчання
бакалаврів за напрямом 6.060101 – „Будівництво” спец. ”Промислове і
цивільне будівництво”, спец. “Міське будівництво і господарство”, спец.
“Технічне обслуговування, ремонт і реконструкція будівель” та спец.
“Теплогазопостачання і вентиляція”)

Методичні вказівки і завдання до самостійної роботи з виконання розрахунково-графічного завдання “Розрахунок простої плоскої статично визначної ферми” з курсу будівельної механіки (для студентів 3 курсу заочної форми навчання бакалаврів за напрямом 6.060101 – „Будівництво” спец. „Промислове і цивільне будівництво”, спец. „Міське будівництво і господарство”, спец. „Технічне обслуговування, ремонт і реконструкція будівель” та спец. „Теплогазопостачання і вентиляція”).

Укл. Колодій Л.І. – Харків: ХНАМГ, 2007. - 15 с.

Укладач: Л.І. Колодій

Рецензент: доц. М.А.Засядько

Рекомендовано кафедрою теоретичної і будівельної механіки
протокол № 3 від 31.10.2007 р.

1. Вступ

Ці методичні вказівки призначені для самостійної роботи студентів заочної форми навчання при підготовці до практичних занять і виконання розрахунково-графічного завдання. Вони містять теоретичні положення та завдання і приклад його виконання.

Дисципліну „Будівельна механіка” вивчають студенти після засвоєння курсу опору матеріалів, де об’єктом вивчення є окремі елементи та їх міцність. Будівельна механіка займається переважно розрахунком споруд, як систем стержнів, що з’єднані між собою. Її завданням, окрім вивчення методів розрахунку споруд, є створення нових найбільш економічних і раціональних схем споруд.

Будівельна механіка є однією з важливих дисциплін, необхідних для освітньої підготовки та практичної діяльності спеціаліста-будівельника.

У будівельній практиці часто використовують ферми – геометрично незмінні системи, що складаються із прямих стержнів, з’єднаних у вузлах. Розрахункова (спрощена) схема ферми складається з шарнірно з’єднаних стержнів.

Вивчення способів визначення зусиль у стержнях ферми від навантаження є важливим для інженера –будівельника. За цією темою передбачається розв’язання розрахунково-графічного завдання.

2. Основні теоретичні відомості

Методи розрахунку простих ферм на нерухоме навантаження

У спорудах, елементами яких є ферми, передбачають передачу навантаження у вузли ферми, тому її стержні працюють на розтяг-стиск. Розрахунок ферм полягає у визначенні зусиль у стержнях. Для цього застосовують статичний метод - метод перерізів. Для простих ферм залежно від розміщення та конфігурації перерізу метод перерізів здійснюється переважно такими способами: вирізання вузлів, моментної точки, проекцій.

Спосіб вирізання вузлів починають застосовувати з двостержневого вузла, наприклад, для ферми, наведеної на рис. 1, з вузла 1, з умов рівноваги якого знаходять зусилля N_{1-2} та N_{1-6} . Далі переходять до наступного вузла, в який входять два невідомих зусилля (вузол 2 на рис. 1в). Обчисливши зусилля N_{2-3} та N_{2-5} , продовжують розглядати наступні вузли в такій послідовності, щоб в кожному новому вузлі зустрічалося не більше двох невідомих зусиль (вузли 3,4,5). Після обчислення усіх зусиль залишається невикористаний вузол (вузол 6). Виконання умов рівноваги для цього вузла свідчить про правильність обчислення зусиль.

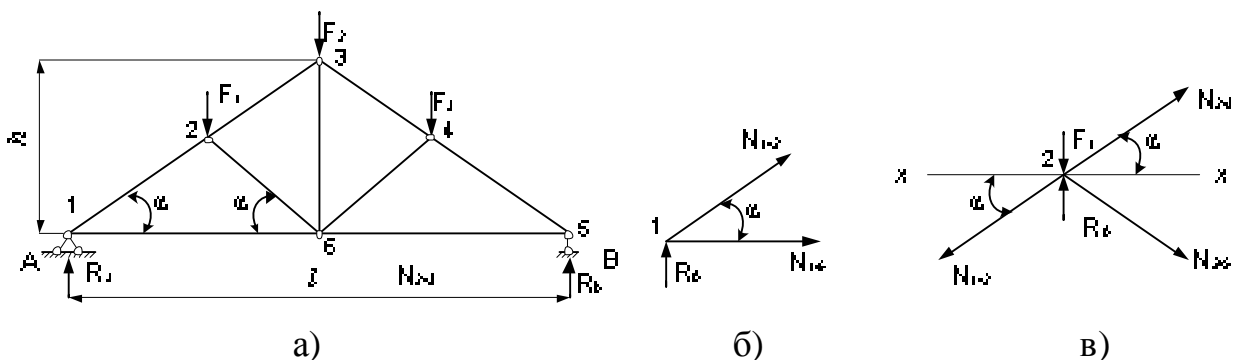


Рис. 1

Перевагою способу вирізання вузлів є одноманітність обчислення зусиль. До його вад відносять накопичення похибок розрахунку при переході від вузла до вузла та необхідність обчислення допоміжних зусиль при визначенні поодиноких зусиль.

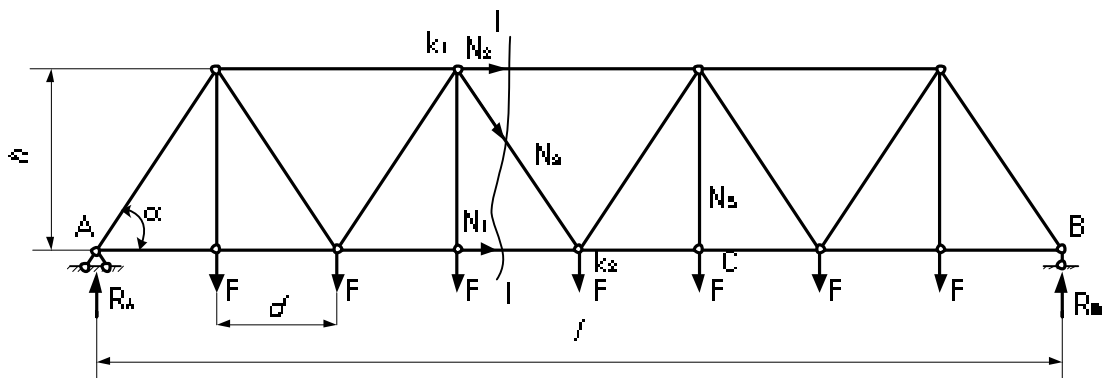
У деяких випадках для обчислення зусиль не потрібний запис умов рівноваги. Ці особливі випадки розташування стержнів та навантаження у вузлах наведено на рис.2 (в усіх випадках на рис.2 кут α не дорівнює 0 або 180°).

Спосіб моментної точки і спосіб проекцій застосовують при обчисленні поодиноких зусиль у стержнях ферми. Ферма умовно розрізається наскрізним перерізом на дві частини, як це зображено на рис.3. Переріз проводять так, щоб розтинались три стержні з невідомими зусиллями. Три рівняння рівноваги однієї з частин розрізаної ферми дозволяють визначити ці невідомі зусилля.

Figure 1 consists of four diagrams labeled a, b, c, and d, each illustrating a different type of singularity in a mechanical system. The diagrams show various configurations of forces and angles.

- Diagram a:** Shows a triangular structure with forces N_1 and N_2 acting on its sides. The angle between the forces is α . The condition is $N_1 = N_2 = 0$.
- Diagram b:** Shows a structure with forces N_1 , N_2 , and N_3 . The angle between N_1 and N_2 is α . The conditions are $N_1 = N_2$ and $N_3 = 0$.
- Diagram c:** Shows a structure with forces N_1 , N_2 , N_3 , and N_4 . The angle between N_1 and N_2 is α . The conditions are $N_1 = N_2$ and $N_3 = N_4$.
- Diagram d:** Shows a structure with forces N_1 , N_2 , N_3 , and a force F . The angle between N_1 and N_2 is α . The conditions are $N_1 = N_2$ and $N_3 = F$.

Стосовно вибору моментних точок: якщо зусилля у двох перерізаних стержнях перетинаються при продовженні, то ця точка перетину є моментною точкою для визначення зусилля у третьому стержні (*спосіб моментної точки*). Якщо зусилля у двох стержнях паралельні одне одному, для визначення третього зусилля беруть суму проекцій сил на вісь, перпендикулярну до паралельних зусиль (*спосіб проекцій*).



Для визначення зусилля N_1 у фермі, що наведена на рис. 3, проведемо переріз І-І. Оскільки зусилля N_2 та N_3 , що попали в цей переріз, перетинаються в точці k_1 ця точка є моментною для зусилля N_1 . Отже одержуємо:

$$\sum M_{K_1} = 0, \quad R_A \cdot 3d - F(2d + d) - N_1 \cdot h = 0; \quad (2.1)$$

$$N_1 = \frac{R_A \cdot 3d - F(2d + d)}{h}. \quad (2.2)$$

Так само для зусилля N_2 маємо моментну точку k_2 :

$$\sum M_{K_2} = 0, \quad R_A \cdot 4d - F(3d + 2d + d) - N_2 \cdot h = 0; \quad (2.3)$$

$$N_2 = \frac{R_A \cdot 4d - F(3d + 2d + d)}{h}. \quad (2.4)$$

Для обчислення зусилля N_3 скористаємося способом проекцій, бо інші розрізані стержні паралельні одне одному:

$$\sum y = 0, \quad R_A - 3F - N_3 \cdot \sin \alpha; \quad (2.5)$$

$$N_3 = \frac{R_A - 3F}{\sin \alpha}. \quad (2.6)$$

3. Завдання до розрахунко-графічної роботи

Відповідно до завдання викладача схему ферми обирають за рис.4, числові дані – за табл. 1.

Для заданої ферми необхідно:

- визначити зусилля, для обчислення яких не потрібний запис умов рівноваги;
- обчислити зусилля в усіх стержнях заданої ферми способом вирізання вузлів;
- зусилля в стержнях заданої панелі перевірити, визначивши їх іншим способом;
- результати розрахунку ферми навести на схемі ферми.

Таблиця 1. Числові дані до завдання.

Перша цифра шифру	l , м	F_1 , кН	F_3 , кН	Друга цифра шифру	№ панелі (рахуя зліва)	F_2 , кН	F_4 , кН	Третя цифра шифру	№ схеми	h , м
1	21	15	20	1	4	18	15	1	2	4
2	18	20	18	2	3	16	14	2	1	3
3	30	10	14	3	2	10	18	3	4	6
4	15	18	25	4	5	14	20	4	3	4
5	21	26	22	5	3	20	24	5	6	5
6	24	12	28	6	4	22	22	6	5	6
7	20	16	15	7	5	12	26	7	8	3
8	22	14	26	8	2	24	18	8	7	4,5
9	26	22	16	9	3	30	10	9	0	5
0	28	26	10	10	4	28	18	0	9	6

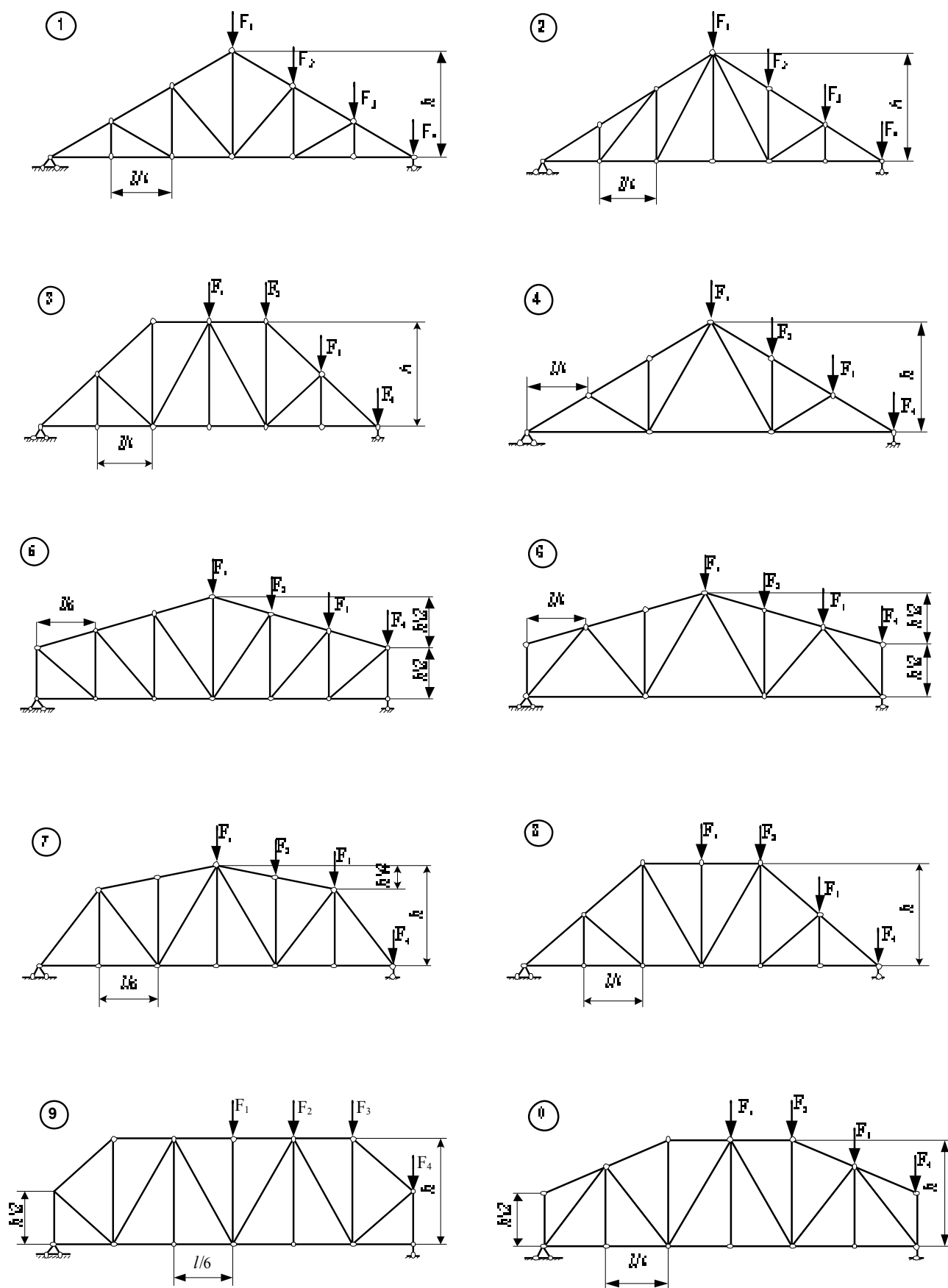


Рис.4

4. Вказівки до виконання роботи

Перш ніж розпочати виконання завдання, необхідно вивчити теоретичний матеріал, викладений у посібнику [1], а також наведений у п.2 цих методичних вказівок.

Перед розрахунком заданої ферми треба уважно ознайомитися із завданням. Для визначення внутрішніх зусиль в усіх стержнях ферми методом перерезів потрібно застосувати спосіб вирізання вузлів. Способи моментної точки та проєкцій необхідно застосувати при перевірці зусиль у стержнях заданої панелі. Для визначення кожного зусилля потрібно користуватись тим способом, що дозволяє раціонально визначити зусилля через зовнішні сили. Потрібно прагнути того, щоб зусилля у стержні визначалось незалежно від зусиль в інших стержнях.

5. Приклад розрахунку

Розглянемо розрахунок ферми, наведеної на рис.5.

Числові дані: $l = 24\text{м}$; $h = 4\text{м}$; $F_1=12\text{кН}$; $F_2=20\text{кН}$; $F_3=22\text{кН}$; $F_4=8\text{кН}$
 $d = l/6=4\text{м}$

Обчислення геометричних характеристик стержнів:

$$\alpha = \beta;$$

$$\sin \alpha = \sin \beta = \frac{h/2}{\sqrt{(h/2)^2 + d^2}} = \frac{2}{\sqrt{2^2 + 4^2}} = \frac{2}{4,47} = 0,447;$$

$$\cos \alpha = \cos \beta = \frac{d}{\sqrt{(h/2)^2 + d^2}} = \frac{4}{\sqrt{2^2 + 4^2}} = \frac{4}{4,47} = 0,895.$$

$$\sin \gamma = \frac{h}{\sqrt{h^2 + d^2}} = \frac{4}{\sqrt{4^2 + 4^2}} = 0,707;$$

$$\cos \gamma = \frac{d}{\sqrt{h^2 + d^2}} = \frac{4}{\sqrt{4^2 + 4^2}} = 0,707; \quad (\gamma = 45^\circ \quad \sin \gamma = \cos \gamma).$$

Опорні реакції знайдемо з умов рівноваги:

$$\sum M_A(F_K) = R_B \cdot 6d - F_1 \cdot 3d - F_2 \cdot 4d - F_3 \cdot 5d - F_4 \cdot 6d = 0;$$

$$R_B = \frac{F_1 \cdot 3 + F_2 \cdot 4 + F_3 \cdot 5 + F_4 \cdot 6}{6} = \frac{12 \cdot 3 + 20 \cdot 4 + 22 \cdot 5 + 8 \cdot 6}{6} = 45,67\text{кН}.$$

$$\sum M_B(F_K) = F_1 \cdot 3d + F_2 \cdot 2d + F_3 \cdot d - R_A \cdot 6d = 0;$$

$$R_A = \frac{F_1 \cdot 3 + F_2 \cdot 2 + F_3}{6} = \frac{12 \cdot 3 + 20 \cdot 2 + 22}{6} = 16,33\text{кН}.$$

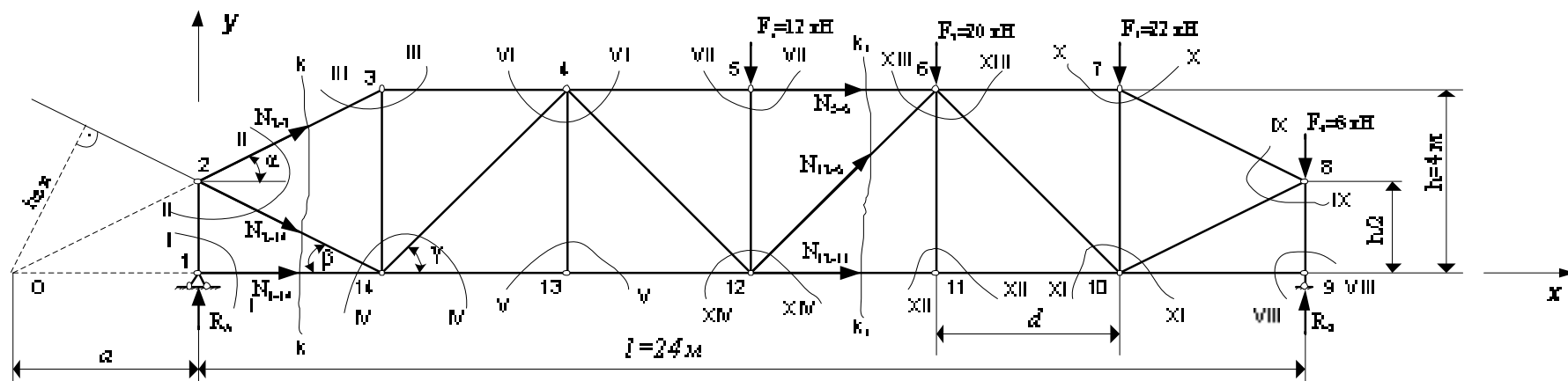


Рис. 5

Перевірка правильності обчислення реакцій:

$$\sum F_{ky} = R_A + R_B - F_1 - F_2 - F_3 - F_4 = 45,67 + 16,33 - 12 - 20 - 22 - 8 = 62 - 62 = 0$$

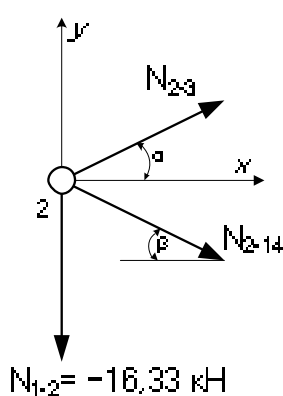
Для обчислення зусиль у стержнях, які перетинаються у вузлах 1, 9, 11, 13 (стержні 1-2, 1-14, 4-13, 12-13, 6-11, 11-12, 9-10, 8-9) не потрібний запис умов рівноваги. Згідно рис. 2 маємо:

$$N_{1-2} = -16,33 \text{ кН}; N_{1-14} = 0; N_{4-13} = 0; N_{12-13} = N_{11-12}; N_{6-11} = 0; N_{11-12} = N_{10-11}; N_{9-10} = 0; N_{8-9} = -45,67 \text{ кН}.$$

Для обчислення зусиль в усіх стержнях ферми застосовуємо спосіб вирізання вузлів, починаючи з двостержневого вузла, з умов рівноваги якого визначають два невідомі зусилля. Для обчислення зусиль у стержнях таких вузлів (1-го і 9-го рис. 5) не потрібний запис умов рівноваги, тому що розташування стержнів у вузлах відповідає рис. 2:

$$N_{1-2} = -16,33 \text{ кН}; N_{1-14} = 0; N_{8-9} = -45,67 \text{ кН}; N_{9-10} = 0.$$

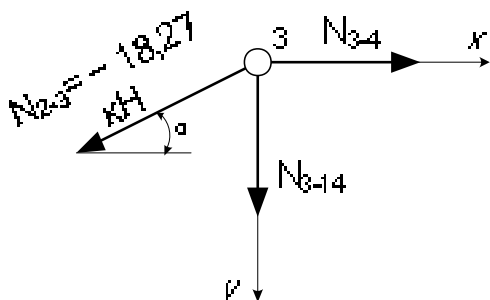
Продовжуємо розглядати наступні вузли в такій послідовності, щоб в кожному новому вузлі зустрічалося не більше двох невідомих зусиль (2, 3, 14, 4, 8, 7, 10, 6,):



$$\begin{aligned} \sum F_{Kx} &= N_{2-3} \cdot \cos \alpha + N_{2-14} \cdot \cos \beta = 0; & N_{2-3} &= -\frac{\cos \beta}{\cos \alpha} N_{2-14}; \\ \sum F_{Ky} &= N_{2-3} \cdot \sin \alpha - N_{2-14} \cdot \sin \beta - N_{1-2} = 0; & -\frac{\cos \beta \cdot \sin \alpha}{\cos \alpha} N_{2-14} - N_{2-14} \cdot \sin \beta &= N_{1-2}; \\ & & -N_{2-14} \left(\frac{\cos \beta \cdot \sin \alpha}{\cos \alpha} + \sin \beta \right) &= N_{1-2} = -16,33 \text{ кН}; \end{aligned}$$

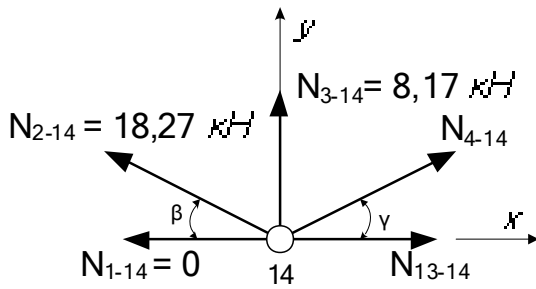
$$N_{2-14} = \frac{16,33 \cdot \cos \alpha}{\cos \beta \sin \alpha + \sin \beta \cos \alpha} = \frac{16,33 \cdot 0,895}{0,895 \cdot 0,447 + 0,477 \cdot 0,895} = 18,27 \text{ кН};$$

$$N_{2-3} = -N_{2-14} = -18,27 \text{ кН}.$$

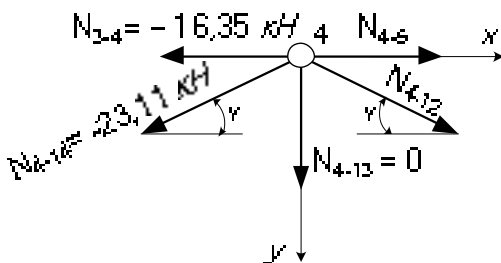


$$\begin{aligned} \sum F_{Kx} &= N_{3-4} - N_{2-3} \cdot \cos \alpha = 0; \\ N_{3-4} &= N_{2-3} \cdot \cos \alpha = -18,27 \cdot 0,895 = \end{aligned}$$

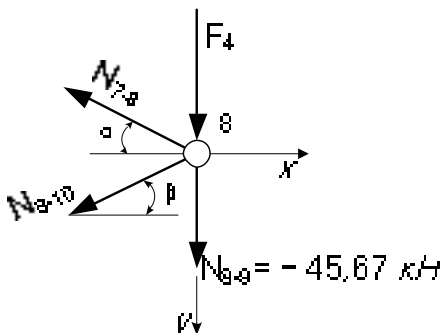
$$\begin{aligned} \sum F_{Ky} &= N_{3-14} + N_{2-3} \cdot \sin \alpha = 0; \\ N_{3-14} &= -N_{2-3} \cdot \sin \alpha = 18,27 \cdot 0,447 = \end{aligned}$$



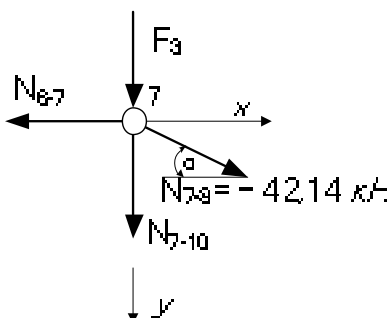
$$\begin{aligned}\sum F_{K_x} &= 0; \\ N_{13-14} - N_{1-14} + N_{4-14} \cdot \cos \gamma - N_{2-14} \cdot \cos \beta &= 0. \\ \sum F_{K_y} &= 0; \\ N_{3-14} + N_{4-14} \cdot \sin \gamma + N_{2-14} \cdot \sin \beta &= 0. \\ N_{4-14} &= \frac{-N_{3-14} - N_{2-14} \cdot \sin \beta}{\sin \gamma} = \\ &= \frac{-8,17 - 18,27 \cdot 0,447}{0,707} = -23,11 \text{ κН}; \\ N_{13-14} &= N_{1-14} - N_{4-14} \cdot \cos \gamma + N_{2-14} \cos \beta = \\ &= 23,11 \cdot 0,707 + 18,27 \cdot 0,895 = 32,69 \text{ κН};\end{aligned}$$



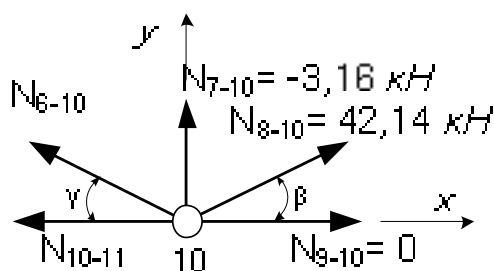
$$\begin{aligned}\sum F_{K_x} &= 0. \quad N_{4-5} - N_{3-4} + N_{4-12} \cdot \cos \gamma - N_{4-14} \cos \gamma = 0; \\ \sum F_{K_y} &= 0. \quad N_{4-13} + N_{4-12} \cdot \sin \gamma + N_{4-14} \sin \gamma = 0; \\ N_{4-12} &= \frac{-N_{4-13} - N_{4-14} \cdot \sin \gamma}{\sin \gamma} = -N_{4-14} = 23,11 \text{ κН}; \\ N_{4-5} &= N_{3-4} - N_{4-12} \cdot \cos \gamma + N_{4-14} \cos \gamma = \\ &= -16,35 - 23,11 \cdot 0,707 - 23,11 \cdot 0,707 = -49,03 \text{ κН}.\end{aligned}$$



$$\begin{aligned}\sum F_{K_x} &= 0. \quad -N_{8-10} \cdot \cos \beta - N_{7-8} \cdot \cos \alpha = 0; \\ N_{8-10} &= -N_{7-8}; \\ \sum F_{K_y} &= 0. \quad F_4 + N_{8-9} + N_{8-10} \cdot \sin \beta - N_{7-8} \cdot \sin \alpha = 0; \\ N_{8-10} \cdot \sin \beta - N_{7-8} \cdot \sin \alpha &= -F_4 - N_{8-9}; \\ -N_{7-8} \cdot \sin \alpha - N_{7-8} \cdot \sin \alpha &= -8 + 45,67; \\ N_{7-8} &= -\frac{37,67}{2 \sin \alpha} = -\frac{37,67}{2 \cdot 0,447} = -42,14 \text{ κН}; \\ N_{8-10} &= -N_{7-8} = 42,14 \text{ κН}.\end{aligned}$$



$$\begin{aligned}\sum F_{K_x} &= 0. \quad N_{7-8} \cdot \cos \alpha - N_{6-7} = 0; \\ N_{6-7} &= N_{7-8} \cdot \cos \alpha = -42,14 \cdot 0,895 = -37,71 \text{ κН}. \\ \sum F_{K_y} &= 0. \quad F_3 + N_{7-10} + N_{7-8} \cdot \sin \alpha = 0; \\ N_{7-10} &= -F_3 - N_{7-8} \cdot \sin \alpha = -22 + 42,14 \cdot 0,447 = -3,16 \text{ κН}.\end{aligned}$$



$$\sum F_{Ky} = 0. \quad N_{8-10} \cdot \sin \beta + N_{7-10} + N_{6-10} \cdot \sin \gamma = 0;$$

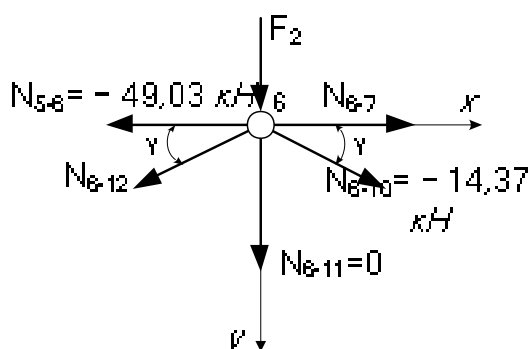
$$N_{6-10} = \frac{-N_{8-10} \cdot \sin \beta - N_{7-10}}{\sin \gamma} =$$

$$= \frac{-42,14 \cdot 0,447 + 3,16}{0,707} = -22,17 \text{ кН}.$$

$$\sum F_{Kx} = 0. \quad N_{9-10} + N_{8-10} \cdot \cos \beta - N_{10-11} - N_{6-10} \cdot \cos \gamma = 0;$$

$$N_{10-11} = N_{9-10} + N_{8-10} \cdot \cos \beta - N_{6-10} \cdot \cos \gamma =$$

$$= 42,14 \cdot 0,895 + 22,17 \cdot 0,707 = 53,39 \text{ кН}.$$



$$\sum F_{Ky} = 0. \quad F_2 + N_{6-11} + N_{6-10} \cdot \sin \gamma + N_{6-12} \cdot \sin \gamma = 0;$$

$$N_{6-11} = \frac{-F_2 - N_{6-10} \cdot \sin \gamma - N_{6-12} \cdot \sin \gamma}{\sin \gamma} =$$

$$= \frac{-20 + 22,17 \cdot 0,707}{0,707} = -6,12 \text{ кН}.$$

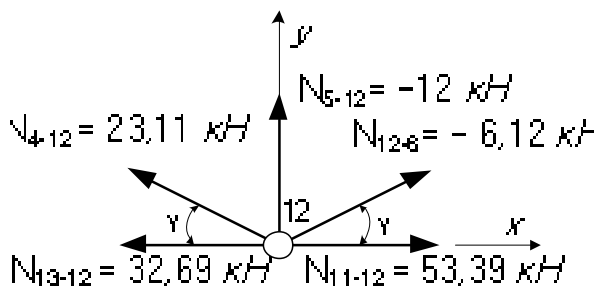
$$\sum F_{Kx} = 0. \quad N_{6-7} + N_{6-10} \cdot \cos \gamma - N_{5-6} - N_{6-12} \cdot \cos \gamma = 0;$$

$$N_{6-7} = -N_{6-10} \cdot \cos \gamma + N_{5-6} + N_{6-12} \cdot \cos \gamma =$$

$$= 14,37 \cdot 0,707 - 49,03 - 6,12 \cdot 0,707 =$$

$$= -43,20 \text{ кН}.$$

Після обчислення усіх зусиль залишаються невикористаними умови рівноваги у взлі 12. Виконання цих умов рівноваги свідчить про правильність обчислення зусиль:



$$\sum F_{Ky} = N_{5-12} + N_{12-6} \cdot \sin \gamma + N_{4-12} \cdot \sin \gamma =$$

$$= -12 - 6,12 \cdot 0,707 + 23,11 \cdot 0,707 =$$

$$= -16,33 + 16,34 = 0;$$

$$\sum F_{Kx} = N_{11-12} + N_{12-6} \cdot \cos \gamma - N_{13-12} - N_{4-12} \cdot \cos \gamma =$$

$$= 53,39 - 6,12 \cdot 0,707 - 32,69 - 23,11 \cdot 0,707 =$$

$$= 53,39 - 53,36 = 0.$$

За умовами завдання потрібно перевірити зусилля у стержнях заданої панелі, визначивши їх іншим способом. У цьому прикладі розрахунок виконаємо таке завдання для стержнів двох панелей (1 і 4, рахуючи зліва) для того, щоб розглянути використання різних способів визначення поодиноких зусиль у стержнях ферми.

Для обчислення зусиль у стержнях 1-ї панелі проведемо переріз k-k, що розтинає три стержні, і уявно відкинемо праву частину ферми. Застосуємо спосіб моментної точки. Для N_{2-3} моментна точка - вузол 14:

$$\sum M_{14}(F_K) = R_A \cdot 4 + N_{6-7} \cdot 4 \cdot \cos \alpha = 0.$$

Розв'язавши рівняння, знайдемо шукане зусилля:

$$N_{2-3} = -\frac{R_A \cdot 4}{4 \cdot \cos \alpha} = \frac{-16,33}{0,895} = -18,25 \text{ кН}.$$

Для N_{1-14} моментна точка - вузол 2:

$$\sum M_2(F_K) = N_{1-14} \cdot 2 = 0; \quad N_{1-14} = 0$$

Для N_{2-14} моментна точка – т. О, яка розташована від опори А на відстані $a=d=4\text{м}$ (тому що трикутники О,2,1 і 1,2,14 рівні):

$$\sum M_O(F_K) = R_A \cdot 4 - N_{2-14} \cdot h_{2-14} = 0, \quad \text{де} \quad h_{2-14} = 8 \cdot \sin \beta = 8 \cdot 0,447 = 3,58 \text{ м};$$

$$N_{2-14} = \frac{R_A \cdot 4}{3,58} = \frac{16,33 \cdot 4}{3,58} = 18,25 \text{ кН}.$$

Для обчислення зусиль в стержнях 4-ї панелі проведемо переріз k_1-k_1 , що розтинає три стержні, і уявно відкинемо праву частину ферми. Для N_{5-6} моментна точка - вузол 12.

$$\sum M_{12}(F_K) = -R_A \cdot 3d - N_{5-6} \cdot h = 0.$$

Розв'язавши рівняння, знайдемо шукане зусилля:

$$N_{5-6} = -R_A \frac{3d}{h} = -16,33 \cdot \frac{12}{4} = 48,99 \approx 49 \text{ кН}.$$

Для N_{11-12} моментна точка - вузол 6.

$$\sum M_6(F_K) = -R_A \cdot 4d + F_1 \cdot d + N_{11-12} \cdot h = 0,$$

звідки

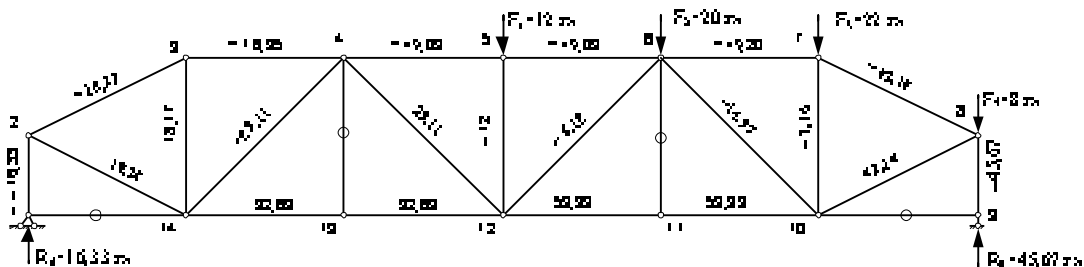
$$N_{11-12} = \frac{R_A \cdot 4d - F_1 \cdot d}{h} = \frac{16,33 \cdot 16 - 12 \cdot 4}{4} = 53,32 \text{ кН}.$$

Для N_{6-12} застосовуємо спосіб проєкцій, тому що інші два розрізані стержні паралельні. Проектуємо сили на вісь у:

$$\sum F_{Ky} = R_A - F_1 + N_{6-12} \cdot \sin \gamma = 0, \quad \text{звідки} \quad N_{6-12} = \frac{-R_A + F_1}{\sin \gamma} = \frac{-16,33 + 12}{0,707} = -6,12 \text{ кН}$$

У результаті перевірки зусилля у стержнях 1-ї і 4-ї панелей, обчислені різними способами, співпадають.

Результати розрахунку наведемо на схемі ферми:



Список літератури

1. Л.Н. Шутенко, В.П. Пустовойтов, Н.А. Засядько. Строительная механика: Краткий курс / Раздел 1-Харьков: ХГАГХ, 2003. - 90с.
2. Шутенко Л.М., Пустовойтов В.П., Засядько М.А. Механіка споруд: Керівництво до практичних занять – Харків:ХДАМГ, 2002. - 239с.
3. Шутенко Л.М., Пустовойтов В.П., Засядько М.А. Механіка споруд: - Харків:ХДАМГ, 2001. - 234с.
4. Строительная механика. Руководство к практическим занятиям / Под ред. Бутенко Ю.И.- Київ: Вища школа, 1989. - 325 с.
5. Строительная механика / Под ред. Бутенко Ю.И.- Киев: Вища школа, 1989. - 489 с.
6. А.В.Дарков, Н.Н. Шапошников. Строительная механика. - М.: Высшая школа, 1986. - 607 с.
7. А.Ф. Смирнов, А.В. Александров и др. Строительная механика: Стержневые системы. - М.: Стройиздат, 1981. - 512 с.
8. Методичні вказівки і завдання для виконання розрахунково-графічних робіт з розділу “Розрахунок простої плоскої статично визначної ферми” курсу будівельної механіки.- Харків: ХНАМГ, 2003.

Навчальне видання

Методичні вказівки і завдання

до самостійної роботи з виконання розрахунково-графічного завдання „Розрахунок простої плоскої статично визначної ферми” з курсу будівельної механіки (для студентів 3 курсу заочної форми навчання бакалаврів за напрямом 6.060101 – „Будівництво” спец. „Промислове і цивільне будівництво”, спец. „Міське будівництво і господарство”, спец. „Технічне обслуговування, ремонт і реконструкція будівель” та спец. „Теплогазопостачання і вентиляція”).

Укладач: Людмила Іванівна Колодій

Відповідальний за випуск: О.О.Чупринін

Редактор: М.З. Аляб'єв

План 2007, поз.265 М		
Підп. до друку 19.12.07	Формат 60x84 1/16	Папір офісний
Друк на ризографі	Умовн. – друк. арк. 0.5	Обл.-вид. арк.0,7.
Тираж 200 прим.	Замовл.	
61002, Харків,ХНАМГ, вул. Революції, 12		

61002.Харків,ХНАМГ,вул. Революції,12
Сектор оперативної поліграфії ІОЦ ХНАМГ